



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

SEMINAR NASIONAL PENGKAJIAN & PENERAPAN TEKNOLOGI INDUSTRI (SNPPTI) 2010

PROSIDING

ISSN : 2086 - 2156

**Bidang : Elektronika dan Telekomunikasi
Tenaga Listrik
Energi**

**“Menuju Penerapan Otomatisasi
Teknologi Industri Yang
Memanfaatkan Energi Terbarukan
Untuk Meningkatkan Daya Saing
Bangsa”**

**Auditorium Menara Universitas Mercu Buana, Jakarta
Sabtu, 20 Februari 2010**

ISSN: 2086 - 2156

SNPPTI 2010

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
PENGKAJIAN DAN PENERAPAN
TEKNOLOGI INDUSTRI
(SNPPTI)**

**Auditorium Universitas Mercu Buana
Jakarta Indonesia
20 Februari 2010**

Reviewers:

**Dr Mardani Ali Sera ST MEng
Ir Dana Santoso MEngSc PhD
Dr-Ing Mudrik Alaydrus
Dr Hardianto Iridiastadi
Dr M M Sarinanto
Dr Hamzah Hilal
Dr Ir Eliyani**

Diorganisasikan oleh



**Fakultas Teknologi Industri
Universitas Mercu Buana**

JUDUL DAN PEMAKALAH

BIDANG: ELEKTRONIKA DAN TELEKOMUNIKASI

No	Judul dan Pemakalah	Hal
1	Instrumen Kendali Produksi pada Unit Produksi Mesin Injeksi Plastik Menggunakan Mikrokontroler PIC16F877 Syahril Ardi, Ambar Sri Hudoyo	1
2	System Penditeksian Karbonmonoxide Berbasikan Smoke Sensor System pada Ruang Tertutup A.Sofwan	5
3	Analisa Pemeliharaan Prediktif Panas Transformator Dengan System Penditeksian Thermography Infra Merah A.Sofwan, H.E.Widodo dan Suhardi	10
4	Simulasi Pembangkit Listrik Pikohidro Berdasarkan Grafitasi Jatuh Air A. Sofwan dan P. W. S. Putro	16
5	Pengenalan Sinyal Jantung Dengan Menggunakan ANFIS Mahrizal Masri, Hermansyah Alam	22
6	Simulasi Sistem Kendali Posisi Antena Sindak Hutauruk, Darma Doni Putra	26
7	Alat Ukur Tinggi Badan Digital Berbasis Mikrokontroller AT89S Yudhi Gunardi, Tedi Junaedi	32
8	Perancangan Rotor Transmitter Kompatibel dengan Mesin Draw Roll Rieter Tipe J/30 Andi Adriansyah, Suswanto	38
9	Aplikasi Kendali Kokoh Pada Motor Servo Tanpa Sikat Dengan Teknik Sliding Mode Radita.Arindya	43
10	Simulasi Dan Perancangan Pengendalian Sistem Jacketed Stirred Tank Heater Menggunakan Pengendali Fuzzy Fina Supegina, Wahidin Wahab	49
11	Kinerja Heterojunction Bipolar Transistor Silikon Germanium (HBT's Sige) Dengan Pengontrolan Pensklaan Arah Lateral Dan Vertikal Tossin Alamsyah, E. Shintadewi Yulian, Djoko Hartanto, N. R. Puspawati	58
12	Perancangan Perangkat Lunak (Simulator) Untuk Minimisasi Persamaan Aljabar Boolean Dengan Metode Quine Mc Cluskey Muhammad Saleh	63
13	Alat Pendeteksi Dan Pengganggu Dengan Nada Tinggi Sambungan Paralel Telepon Di Luar Rumah Badaruddin	67
14	Compact Filter For C-Band Applications Ikhwan Peranggi Pohan, Mazlina Esa, dan Jasmy Yunus	72
15	Simulasi Keunggulan Metode Random Early Detection Sebagai Pengendali Kemacetan Pada Jaringan Internet Maksum Pinem, Ikhwan Peranggi Pohan	77
16	Perancangan Alat Pemusnah Bakteri <i>E. Coli</i> Otomatis Menggunakan ATMega 8535 Andi Adriansyah, Era Oktaviani	82
17	Pengaruh Bahan Pengisi Sekam Padi pada Kekuatan Dielektrik Isolator Resin Epoksi Syafriyudin	86

Simulasi Sistem Kendali Posisi Antena

Sindak Hutauruk¹, Darma Doni Putra²

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen (UHN)

Jl. Sutomo No. 4 A Medan 20234

E-mail : sindak45@yahoo.com.sg

Abstrak -- Pengaturan posisi sudut antena sangat berperan untuk memperoleh kuat sinyal yang diterima sebesar mungkin. Pengendalian pergerakan sudut antena dilakukan dengan menggunakan motor DC yang mengatur besarnya sudut elevasi antena dengan cara membandingkan tegangan yang dihasilkan oleh sensor dengan tegangan input referensi. Selisih dari tegangan ini adalah sinyal kesalahan (error) yang akan digunakan oleh pengendali untuk menghasilkan sinyal kendali yang akan menggerakkan motor. Metode yang digunakan untuk merancang pengendali ini adalah dengan metode optimal linear kuadratik, dan pemilihan bobot matrik dilakukan dengan cara trial and error. Hasil rancangan berupa simulasi dalam bentuk perangkat lunak yang dapat digunakan sebagai modul percobaan semu pada Laboratorium Sistem Kendali.

Kata Kunci : Simulasi, kendali optimal linear kuadratik, Lab. Semu Sistem Kendali

I. PENDAHULUAN

Suatu sistem kendali harus dapat melakukan pengendalian secara otomatis terhadap suatu sistem fisik sehingga diperoleh keluaran sistem yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan baik itu dari segi kestabilan, kecepatan respons, lonjakan (*overshoot*), penyimpangan keadaan tunak (*error steady state*), dan konsumsi energi yang diperlukan. Salah satu bentuk sistem kendali yang digunakan sebagai bagian dari sistem telekomunikasi adalah sistem kendali posisi antena parabola yang memerlukan pengarah sudut antena dengan presisi yang baik untuk dapat menerima atau mengirim sinyal dengan baik. Pada umumnya pengaturan sudut antena memiliki dua macam pengaturan sudut yaitu sudut horisontal (*azimuth*) dan sudut vertikal (elevasi). Dalam hal ini yang dikendalikan adalah sudut elevasi antena.

Suatu pengendali bekerja dengan membandingkan antara tegangan referensi sinyal masukan dan tegangan sinyal keluaran yang berasal dari sensor, selisih tegangan sinyal ini merupakan sinyal *error* yang dimasukkan sebagai input pada pengendali untuk selanjutnya akan membangkitkan sinyal pengendali yang menggerakkan motor pengaturan posisi antena sehingga diperoleh penyimpangan (*error*) sekecil mungkin.

Sistem pengendali yang dirancang dalam bentuk simulasi menggunakan perangkat lunak visual basic

dengan pertimbangan biaya yang lebih murah dan dapat digunakan sebagai modul percobaan pada laboratorium Sistem Kendali. Metode yang digunakan dalam perancangan simulasi sistem pengendali antena ini adalah dengan metode optimal kuadratik linear agar diperoleh sudut keluaran dengan karakteristik : *setting time* < 1 detik untuk *error steady state* 2 %, dan lonjakan maksimum (*maximum overshoot*) tidak lebih dari 15%. Mengingat luasnya cakupan dari sistem kendali optimal ini maka perlu dilakukan pembatasan masalah antara lain :

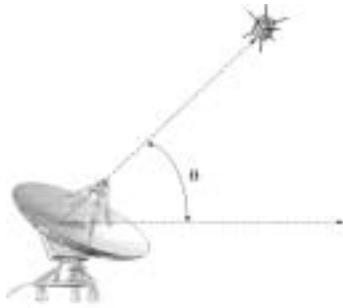
1. Seluruh parameter sistem diasumsikan diketahui.
2. Seluruh parameter keadaan sistem diasumsikan dapat diumpan balik.
3. Analisis dilakukan dengan menggunakan respon waktu.
4. Parameter sistem diasumsikan tidak berubah terhadap waktu (*time invariant*).
5. Sistem diasumsikan tidak terganggu.

II. METODOLOGI PERANCANGAN

Tahapan dan metode perancangan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

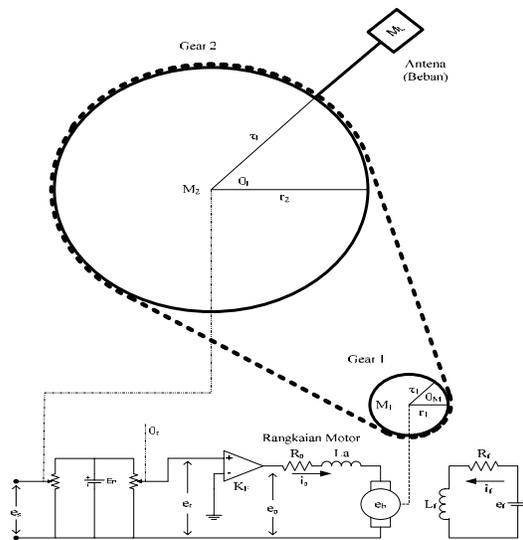
1. Memperoleh model sistem kendali sudut elevasi antena dalam bentuk persamaan ruang keadaan (*state space*).
2. Memilih bobot dan kriteria optimal yang akan digunakan dalam melakukan desain pengendali optimal.
3. Menentukan matriks solusi Riccati berdasarkan model dan bobot yang telah dipilih.
4. Menentukan besarnya penguatan (*gain*) pengendali optimal.
5. Membangun program simulasi untuk mengetahui respon keluaran sistem terhadap input masukan unit step.
6. Membandingkan respon keluaran sistem sebelum dan sesudah dilakukan desain pengendali optimal..

Metode yang dapat dilakukan untuk melakukan pemodelan suatu sistem diantaranya pemodelan dengan fungsi alih (*transfer function*) dan pemodelan dengan persamaan ruang keadaan (*state space*).



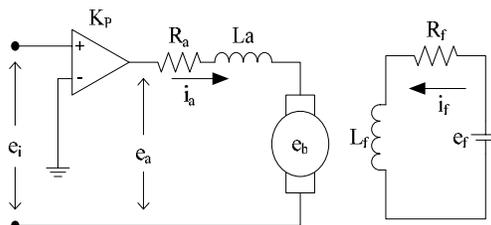
Gambar 1. Sistem Kendali Sudut Elevasi Antena

Sistem penggerak pada pengendali sudut elevasi antena dibentuk oleh sistem mekanis yang menggunakan dua buah gear yang dihubungkan dengan rantai atau sabuk dengan motor DC seperti pada gambar 2



Gambar 2. Diagram Sistem Kendali Sudut Elevasi Antena

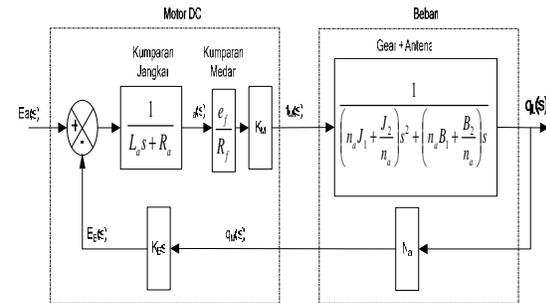
Motor DC yang digunakan adalah motor DC dengan arus medan konstan yang rangkaiannya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Motor DC Dengan Arus Medan Konstan

Dari perhitungan besaran listrik pada rangkaian motor DC dan beban, maka model sistem dapat

digambarkan dalam bentuk diagram blok seperti gambar 4.



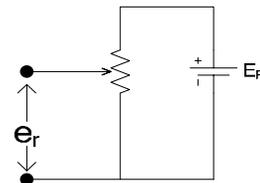
Gambar 4. Diagram Blok Sistem Kendali Sudut Elevasi Antena

Dari gambar 4. diperoleh fungsi alih loop tertutup :

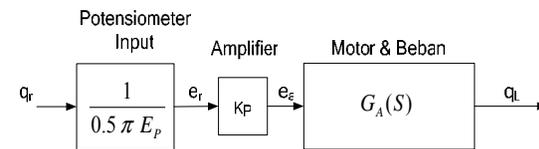
$$G_A(s) = \frac{\theta_L(s)}{E_a(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$$

$$\frac{\theta_L(s)}{E_a(s)} = \frac{\left(\frac{e_f K_M n_a}{R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} \right)}{s^3 + \left(\frac{n_a^2 B_1 + B_2}{n_a^2 J_1 + J_2} + \frac{R_a}{L_a} \right) s^2 + \left(\frac{R_a (n_a^2 B_1 + B_2)}{L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} + \frac{e_f K_M n_a^2 K_B}{R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} \right) s}$$

Jika rangkaian input referensi menggunakan potensiometer seperti Gambar 5. maka diagram blok fungsi tranfernya seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Rangkaian Sensor dan Input Referensi



Gambar 6. Diagram Blok Sistem dilengkapi dengan Potensiometer Input dan Amplifier

Agar dapat dilakukan desain pengendali dengan menggunakan metode optimal kuadratik linear maka fungsi transfer tersebut harus diubah kebentuk persamaan ruang keadaan.

Jika didefinisikan :

$$U = \theta_r$$

$$Y = \theta_L$$

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\left(\frac{e_f K_p K_M n_a}{0.5 \pi E_p R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} \right)}{s^3 + \left(\frac{n_a^2 B_1 + B_2}{n_a^2 J_1 + J_2} + \frac{R_a}{L_a} \right) s^2 + \left(\frac{R_a (n_a^2 B_1 + B_2)}{L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} + \frac{e_f K_M n_a^2 K_B}{R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} \right) s}$$

dengan,

$$b_0 = \frac{e_f K_p K_M n_a}{0.5 \pi E_p R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)}$$

$$a_0 = 0$$

$$a_1 = \frac{R_a (n_a^2 B_1 + B_2)}{L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} + \frac{e_f K_M n_a^2 K_B}{R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)}$$

$$a_2 = \frac{(n_a^2 B_1 + B_2)}{(n_a^2 J_1 + J_2)} + \frac{R_a}{L_a}$$

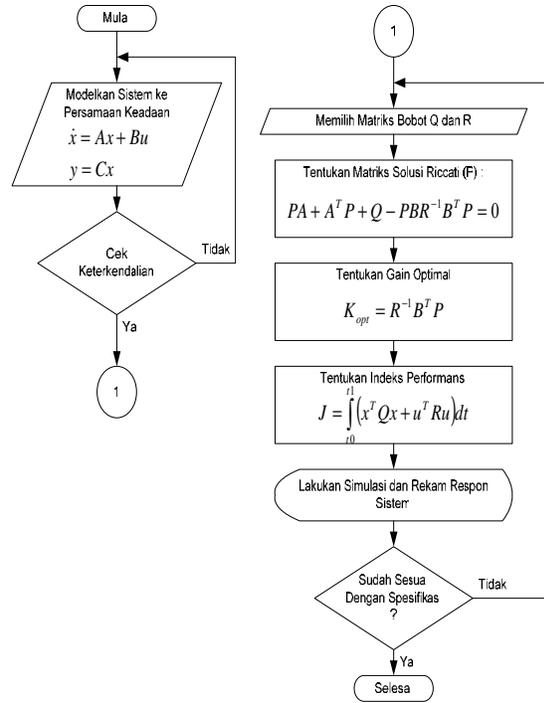
sehingga persamaan keadaan sistem sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -\frac{R_a (n_a^2 B_1 + B_2)}{L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} - \frac{e_f K_M n_a^2 K_B}{R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} & -\frac{(n_a^2 B_1 + B_2)}{(n_a^2 J_1 + J_2)} + \frac{R_a}{L_a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{e_f K_p K_M n_a}{0.5 \pi E_p R_f L_a (n_a^2 J_1 + J_2)} \end{bmatrix} u$$

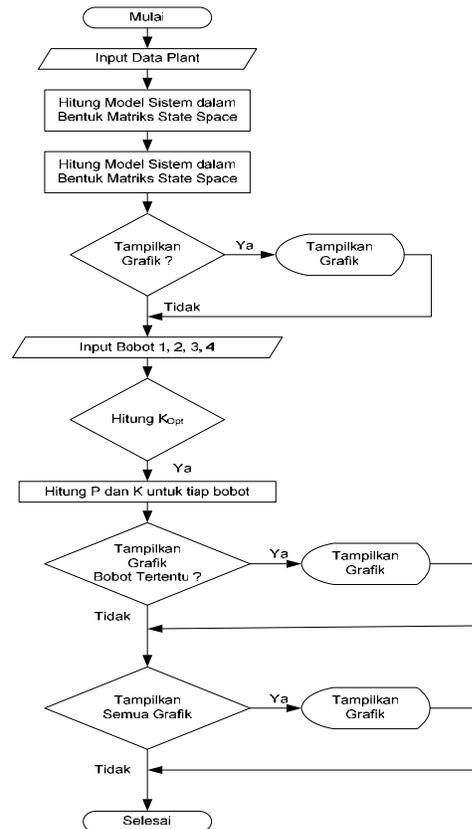
dan persamaan keluaran sistem :

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}$$

Posedur perancangan (Flowchart) seperti pada Gambar 7. dan diagram alir program simulasi yang dibangun seperti pada Gambar 8.

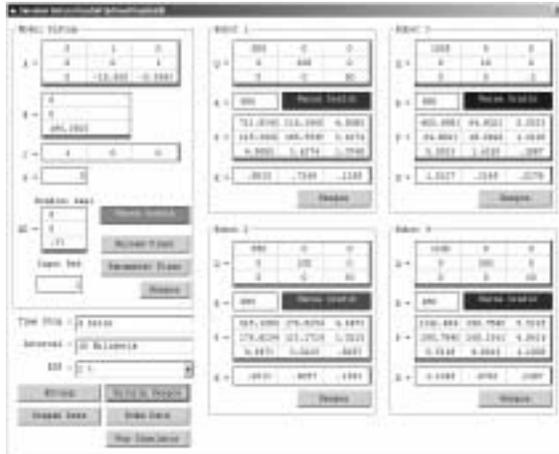


Gambar 7. Flowchart Desain Kontrol Optimal

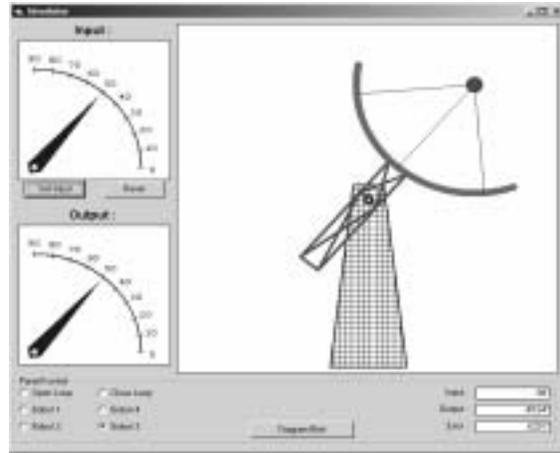


Gambar 8. Diagram Alir Program Simulasi

III. HASIL RANCANGAN SIMULASI



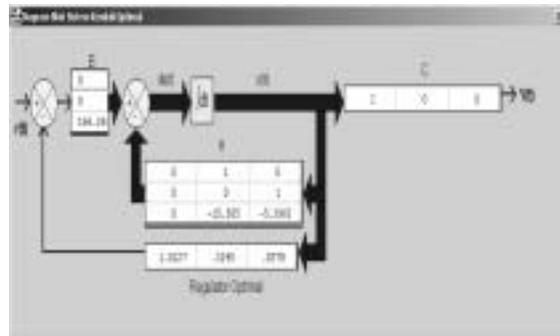
Gambar 9. Window Utama



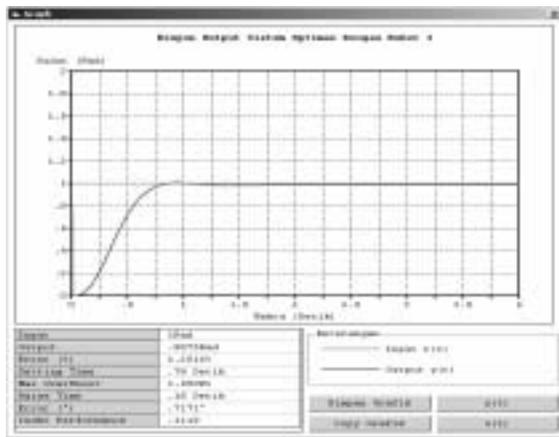
Gambar 12. Window Simulator

No	Spesifikasi	Nilai
1	Masa Gear 1	1 Kg
2	Masa Gear 2	3 Kg
3	Jari - jari Gear 1	0.25 Meter
4	Jari - jari Gear 2	0.8 Meter
5	Gaya Gesek Gear 1	0.6212 Rad/Sec ²
6	Gaya Gesek Gear 2	0.8212 Rad/Sec ²
7	Tegangan Kumparan Medan	12 Volt
8	Tahanan Kumparan Medan	0.5777 Ohm
9	Induktansi Kumparan Jangkar	0.5 Henry
10	Resistansi Kumparan Jangkar	0.7212 Ohm
11	Konstanta Kumparan Medan	5 N-m/Amp
12	Konstanta Kumparan Jangkar	10 N-m/Amp
13	Konstanta Back EMF	0.0033 Volt/Rad/Sec
14	Penguatan Tegangan PA	2
15	Tegangan Potensiometer	6 Volt
16	Masa Arus	20 Fg

Gambar 10. Window Data Parameter



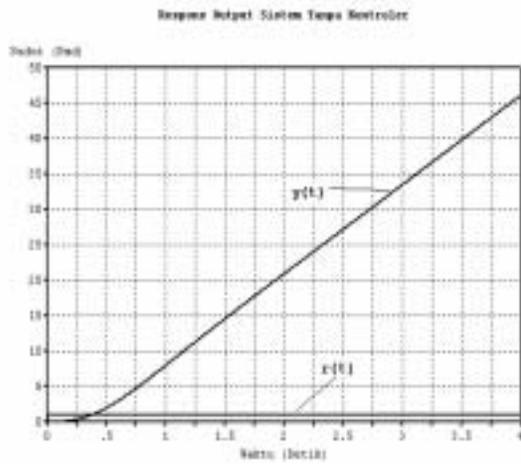
Gambar 13. Window Diagram Blok Sistem



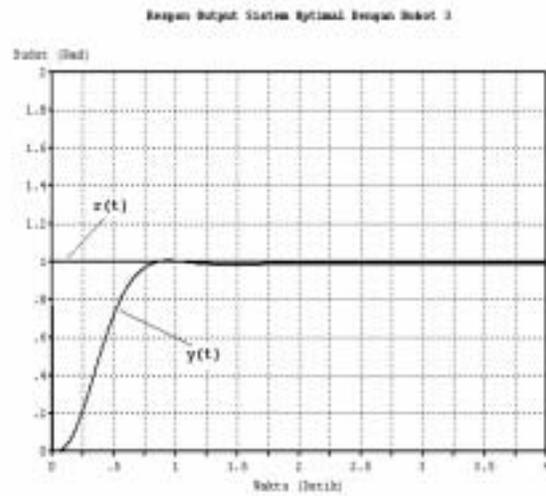
Gambar 11. Window Grafik

- Adapun fungsi setiap window antara lain :
1. Window Utama (Gambar 9.).
 Pada window ini dimasukkan data-data yang diperlukan, memasukan bobot matriks, mengatur kondisi awal untuk sistem, dan lain-lain.
 2. Window Data Parameter (gambar 10.)
 Pada window ini dimasukkan data parameter seperti resistansi kumparan motor, konstanta-konstanta yang digunakan dan lain-lain.
 3. Window Grafik (gambar 11.)
 Digunakan untuk menampilkan grafik respon sistem dan menampilkan data karakteristik dari respon keluaran sistem yang meliputi input, output, *error* dalam persen dan derajat, *setting time*, *maximum overshoot*, *raise time* dan *index performance*
 4. Window Simulator (gambar 12.)
 Window ini digunakan menampilkan simulasi sistem secara real time untuk sistem tanpa pengendali, sistem dengan loop tertutup dan sistem dengan pengendali optimal.
 5. Window Diagram Blok Sistem (13.)
 Pada window ini sistem dapat dilihat dalam bentuk diagram blok.

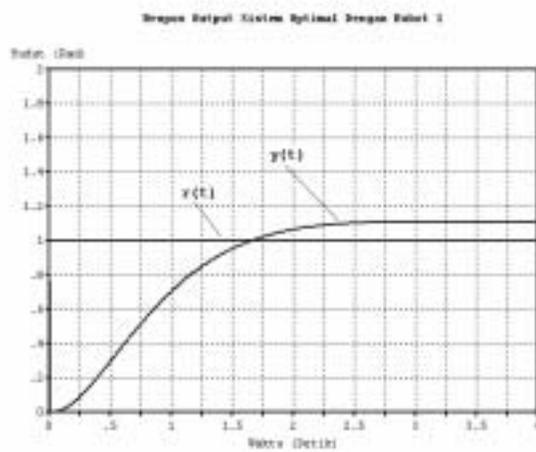
Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan program simulasi yang telah dibangun maka diperoleh grafik sebagai berikut :



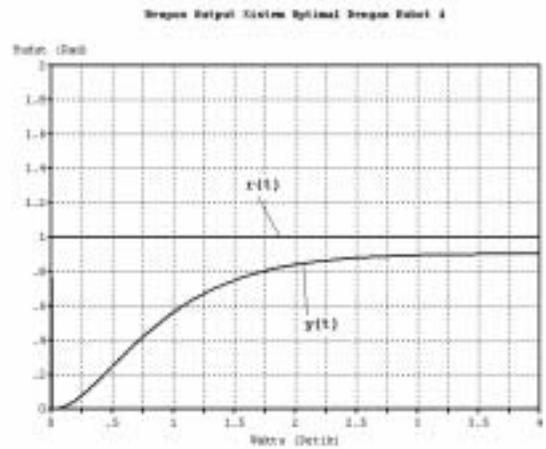
Gambar 14. Respon Tanpa Pengendali



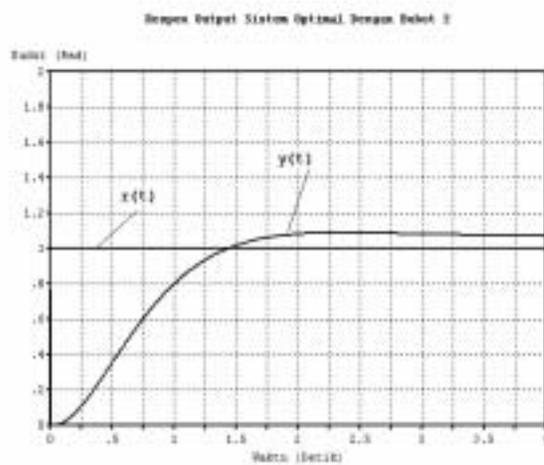
Gambar 17. Respon Sistem Optimal Dengan Bobot 3



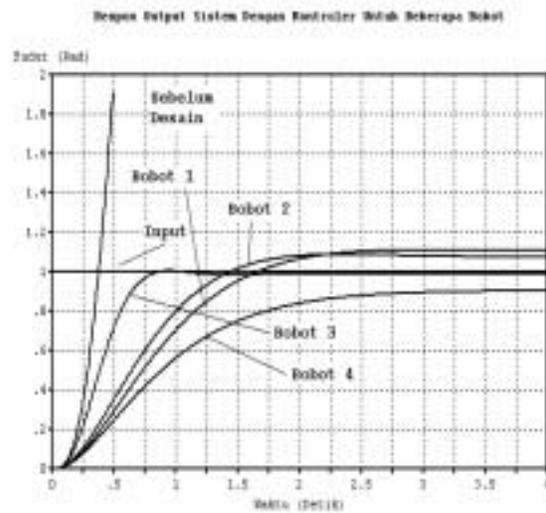
Gambar 15. Respon Sistem Optimal Dengan Bobot 1



Gambar 18. Respon Sistem Optimal Dengan Bobot 4



Gambar 16. Respon Sistem Optimal Dengan Bobot 2



Gambar 19. Respon Seluruh Sistem

IV. ANALISA HASIL SIMULASI

Respon sistem pada Gambar 14 sampai dengan Gambar 19 merupakan respon keluaran sistem untuk input unit step, dengan penjelasan berikut :

- Gambar 14 merupakan grafik respon sistem tanpa pengendali. Amplitudo keluaran sistem akan terus naik sebanding dengan waktu atau dengan kata lain sudut antenna akan terus bertambah sehingga tidak akan dapat mencapai setting time, antenna akan terus berputar secara terus menerus. Sistem tanpa pengendali ini jelas tidak dapat digunakan pada sistem pengendali posisi antenna karena antenna tidak akan pernah mencapai sudut yang diinginkan.
- Gambar 15 merupakan grafik respon sistem dengan pengendali optimal dengan matriks Bobot 1. Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa sistem memiliki lonjakan maksimum sebesar 0.23 %, *raise time* selama 0.27 detik, *error steady state* sebesar 10.89 % dari *setting point* sehingga sistem dianggap tidak pernah mencapai *setting point* untuk kriteria error steady state 2 %, indeks performansi untuk sistem ini adalah 0.6384 sehingga dapat dikatakan sistem ini tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.
- Gambar 16 merupakan grafik respon sistem dengan pengendali optimal dengan matriks Bobot 2. Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa sistem memiliki lonjakan maksimum sebesar 1.24 %, *raise time* selama 0.25 detik, *error steady state* sebesar 7.4 % dari *setting point* sehingga sistem dianggap tidak pernah mencapai *setting point* untuk kriteria error steady state 2 %, indeks performansi untuk sistem ini adalah 0.4919 sehingga dapat dikatakan sistem ini juga tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.
- Gambar 17 merupakan grafik respon sistem dengan pengendali optimal dengan matriks Bobot 3. Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa sistem memiliki lonjakan maksimum sebesar 1.65 %, *raise time* selama 0.18 detik, *error steady state* sebesar 1.25 % dari *setting point* sehingga sistem mencapai *setting point* untuk kriteria error steady state 2 % selama 0.78 detik, indeks performansi untuk sistem ini adalah 0.1119 sehingga dapat dikatakan sistem ini telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.
- Gambar 18 merupakan grafik respon sistem dengan pengendali optimal dengan matriks Bobot 4. Dari hasil simulasi dapat diketahui bahwa tidak terjadi lonjakan, *raise time* selama 0.18 detik, *error steady state* sebesar 9.75 % dari *setting point* sehingga sistem dianggap tidak pernah mencapai *setting point* untuk kriteria error steady state 2 %, indeks performansi untuk sistem ini adalah 1.712 sehingga dapat dikatakan sistem ini juga tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan.
- Gambar 19 merupakan gabungan dari grafik respon sistem untuk sistem tanpa pengendali dan dengan pengendali optimal untuk setiap bobot yang dipilih.

Dari hasil simulasi diperoleh data seperti Tabel 1, maka dari kriteria yang telah ditentukan antara lain, *setting time* kurang dari 1 detik untuk *error steady state* 2 %, dan lonjakan maksimum (*maximum overshoot*) tidak lebih dari 15% sehingga bobot matriks yang memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan adalah bobot 3.

Tabel 1. Data Hasil Simulasi

Parameter	Bobot 1	Bobot 2	Bobot 3	Bobot 4	Sebelum Desain
Input (Rad)	1	1	1	1	1
Output (Rad)	1.1089	1.074	0.9875	0.9025	46.1454
Error (%)	10.89	7.4	1.25	9.75	46.1454
Error (°)	6.2367	4.2402	0.7171	5.5876	2586.6433
Setting Time (Detik)	tidak tercapai	tidak tercapai	0.78	tidak tercapai	tidak tercapai
Max Over shoot (%)	0.23	1.24	1.65	tidak ada	tidak ada
Raise Time (Detik)	0.27	0.25	0.18	0.29	0.17
Indeks Performansi	0.6384	0.4919	0.1119	0.712	-

V. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan simulasi system diperoleh kesimpulan :

- Dengan menggunakan program simulasi yang dibuat dengan Visual Basic maka sistem yang diperoleh dapat diimplementasikan secara tepat dan akurat.
- Dengan menggunakan program simulasi ini kita dapat dengan mudah mengubah bobot matriks sampai diperoleh spesifikasi yang diinginkan dan kita dapat mengetahui respon sistem dengan tepat. Simulasi ini dapat digunakan sebagai modul percobaan semu pada Laboratorium Sistem Kendali

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Donald R. Coughanowr, 1991, Process Systems Analysis and Control Second Edition, McGraw-Hill International Editions
- Hugh Jack, 2004, Dynamic System Modeling and Control, MIT
- Hugh Jack, 2006, Implementation, Products, Robotics, and Other Useful Things.
- John J. D'Azzo dan Constantine H. Houpis 2003, Linier Control System Analysis And Desain Fifth Edition, Marcel Dekker INC.
- Karl Johan Astrom and Richard M. Murray, 2008, Feedback Systems, Princeton University Press
- Roland S. Burns, 2001, Advanced Control Engineering, Butterworth-Heinemann.